



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 37 12 629 C 2**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 R 31/36
B 60 R 16/04
H 02 J 7/14

⑳ Aktenzeichen: P 37 12 629.6-35
㉔ Anmeldetag: 14. 4. 87
㉕ Offenlegungstag: 15. 10. 87
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 29. 10. 92

DE 37 12 629 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
14.04.86 JP P 84138/86

⑦3 Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Beetz, R., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.;
Schmitt-Fumian, W., Prof. Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:
Ueno, Sadayasu, Katsuta, JP

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	32 13 516 C1
DE	30 31 898 C2
DE	34 29 145 A1
DE	34 07 409 A1
DE	33 21 649 A1
DE	33 21 045 A1

⑤4 Meßvorrichtung für die verbleibende Lebensdauer einer Kraftfahrzeugbatterie

DE 37 12 629 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Meßvorrichtung für die verbleibende Lebensdauer einer Kraftfahrzeugbatterie, insbesondere eine derartige Prüfvorrichtung, die den Ladezustand und die Betriebsdauer einer Kraftfahrzeugbatterie mit verbesserter Genauigkeit bestimmen kann.

Bei konventionellen Betriebsdauer-Prüfvorrichtungen für Kraftfahrzeugbatterien gemäß JP-A-53-79 238, JP-A-53-1 27 646 und JP-A-56-1 26 774 werden die Klemmenspannung, der Lade-Entladestrom und die Temperatur einer Kraftfahrzeugbatterie (kurz: Batterie) gemessen, und die Meßwerte werden in einem Rechner verarbeitet zur Festlegung von Ausgangswerten, die auf den Ladezustand und die Betriebsdauer der Batterie einschließlich der Höhe der Abgleichladung, der Anfangs-Ladungshöhe, des Innenwiderstands und des Kurzschlußstroms bezogen sind, wodurch die Betriebsdauer und der Ladezustand bestimmt und geprüft werden, indem diese Ausgangswerte mit einem vorbestimmten Bezugspegel verglichen werden.

Diese bekannten Vorrichtungen weisen jedoch keine Mittel zur Korrektur der Anfangsänderungen der Batterien auf, die gemeinsam mit dem Korrekturfaktor für die Änderungen der Meßbedingungen mit den alterungsbedingten Änderungen addiert werden. Wenn daher versucht wird, mit einem Schwellenwert eine einfache Bestimmung und Prüfung durchzuführen, werden infolge des resultierenden Fehlers normale Produkte häufig mit fehlerbehafteten Produkten verwechselt.

Bei dem vorstehend genannten Stand der Technik können ferner der Innenwiderstand und der Kriechstrom, die den Restbetrag von verfügbaren Ladungen und die Degeneration der Batterie darstellen, nur selten genau gemessen, verarbeitet, angezeigt und kontrolliert werden. Infolgedessen wird eine nicht vollständig aufgeladene Batterie häufig als schlechtes Produkt beseitigt, oder eine Batterie, deren Betriebsdauer abgelaufen ist, wird vollständig aufgeladen und in einer Niedrigtemperatur-Umgebung eingesetzt, was häufig zu Startschwierigkeiten führt.

Aus der Druckschrift DE-OS 34 07 409 ist ein Prüfverfahren für Gleichstromquellen bzw. ein Prüfgerät hierfür bekannt. Ziel des Verfahrens ist es, Aussagen über das Startvermögen einer zu prüfenden Batterie treffen zu können. Um nach dem Laden einer Batterie stattfindende Ausgleichsvorgänge möglichst schnell beenden zu können, wird die Batterie kurzzeitig durch einen hohen Strom belastet, nach einer darauf folgenden Wartezeit wird die Leerlaufspannung bestimmt, außerdem wird der Gleichstrominnenwiderstand ermittelt. Der ermittelte Gleichstrominnenwiderstand wird mit dem entsprechenden Wert einer neuen, vollgeladenen, mit dem Prüfling typgleichen Batterie verglichen. Anhand des Vergleiches können die gewünschten Aussagen getroffen werden.

Aus der deutschen Patentschrift DE 32 13 516 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung des Alterungszustands einer Sekundärbatterie bekannt. Mittels eines Integriergliedes wird die entnommene Ladung Q bestimmt, mittels eines Kennliniengliedes aus dem mittleren Entladestrom die voraussichtlich entnehmbare Gesamtladung. Aus diesen ermittelten Ladungswerten sowie zusammen mit weiteren Werten wird ein dem Alterungszustand charakterisierender Quotient gebildet.

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Betriebsdauer-Prüfvorrichtung für Kraftfahrzeugbatterien, bei der Anfangsänderungen korrigiert werden, so daß der Ladezustand und die Betriebsdauer einer Batterie mit verbesserter Genauigkeit geprüft und bestimmt werden können. Dabei soll durch Steigerung der Prüfgenauigkeit der vorgegebene Anwendungsbereich der Batterie hinsichtlich ihrer Alterung möglichst gut ausgenutzt werden, um noch funktionstüchtige Produkte nicht unnötig auszutauschen.

Diese Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst, Unteransprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gerichtet.

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung beispielsweise näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Grafik, die alterungsbedingte Änderungen des Innenwiderstands zeigt, als Grundlage für die erfindungsgemäße Betriebsdauerprüfung einer Kraftfahrzeugbatterie;

Fig. 2 eine Grafik, die alterungsbedingte Änderungen der Anstiegsrate des Innenwiderstands je Kapazitätseinheit zeigt, als Grundlage für die erfindungsgemäße Betriebsdauerprüfung einer Batterie;

Fig. 3 eine allgemeine Darstellung einer Ausführungsform der Betriebsdauer-Prüfvorrichtung für eine Batterie;

Fig. 4 Entscheidungsränge und -bereiche gemäß dem Inhalt der Tabelle I; und

Fig. 5 ein Ablaufdiagramm des Prüfvorgangs nach der Erfindung.

Vor der Erläuterung der Betriebsdauer-Prüfvorrichtung wird das Prinzip der Batterie-Betriebsdauerprüfung erläutert, das als Basis für die Merkmale der Prüfvorrichtung dient; ferner wird der Innenwiderstand einer Batterie als mit der Betriebsdauerprüfung eng zusammenhängender Parameter erläutert.

Der Innenwiderstand von Batterien mit unterschiedlicher Nennkapazität ist in Fig. 1 gemeinsam mit alterungsbedingten Änderungen und Meßbedingungen aufgetragen. Insbesondere hängt der Innenwiderstand einer Batterie von der Adsorptions/Dissoziations-Fähigkeit von Ionen an der Grenzfläche zwischen einer Elektrode und einem Elektrolyten ab. Dieser Widerstand tendiert mit abnehmender effektiver Elektrodenfläche infolge der Degeneration oder Abtrennung der aktiven Elektrodenmaterialien dazu anzusteigen. Makroskopisch betrachtet, kann man sagen, daß er einer konstanten Änderung unterliegt. Diese Änderung, die durch die elektrochemische Reaktion bedingt ist, hängt einerseits von der Temperatur ab (d. h., der Innenwiderstand sinkt mit steigender Temperatur) und wird andererseits von Änderungen im Anfangsstadium der Batterie beeinflusst. Es ist sehr schwierig, hier eine gemeinsame Kontrolle vorzusehen.

In Fig. 1 bezeichnen die Volllinien die Innenwiderstandskurven von vier unter verschiedenen Batterien ausgewählten Batterien mit jeweils unterschiedlicher Nennkapazität; der allgemeine Trend geht darin — wie durch die beiden Strichlinienkurven angedeutet ist —, daß der Innenwiderstand der Batterien stetig über die Zeit ansteigt, wie vorstehend erläutert wurde. Die Strichlinien in Fig. 1 zeigen die Begrenzungskurven, die den gesamten Innenwiderstand einer Mehrzahl von für charakteristische Meßzwecke (Verhältnis zwischen Span-

nung und Strom jeweils 5 s nach Entladungsbeginn) vorgesehenen Batterien mit unterschiedlichen Nennkapazitäten definieren, wobei alterungsbedingte Änderungen, also die zurückgelegte Entfernung, auf der Abszisse aufgetragen sind.

Der Innenwiderstand der diesen Trend aufweisenden Batterien wird zuerst durch die Nennkapazität und dann für sämtliche Batterien durch den Anfangswert einer bestimmten Batterie dividiert, um die alterungsbedingten Änderungen zu standardisieren, wie Fig. 2 zeigt. Dies wird als alterungsbedingte Änderung der Anstiegsrate des Innenwiderstands je Kapazitätseinheit der Batterie angesehen. Eine von den Erfindern durchgeführte statistische Untersuchung des Innenwiderstands und der Anstiegsrate des Innenwiderstands je Kapazitätseinheit von Batterien mit kurzer Betriebsdauer zeigt, daß es möglich ist, eine genauere Prüfung durchzuführen, indem nicht nur auf den Innenwiderstand Bezug genommen wird, sondern die Betriebsdauer auch aus der Änderung der Widerstandsanstiegsrate bestimmt wird.

Die vorliegende Erfindung basiert auf dieser von den Erfindern durchgeführten Bestätigung und Nachprüfung.

Zur weiteren Verbesserung der Genauigkeit der Bestimmung der Batteriebetriebsdauer aufgrund der Änderungen des Innenwiderstands je Kapazitätseinheit der Batterie ist es erforderlich, die Temperaturabhängigkeit der Batterie zu kompensieren. Dazu wird ein Kompensationsfaktor experimentell bestimmt. Dies ist erforderlich, weil die Temperaturabhängigkeit einer Batterie in einem Kraftfahrzeug bevorzugt dadurch bestimmt wird, daß man die Temperaturabhängigkeit des Anlassers und des Motors berücksichtigt, die beim Anlassen des Motors Verbraucher der Batterie sind; daher wäre es ohne Bedeutung, einen Kompensationsfaktor nur aus der Temperaturabhängigkeit der Batterie zu bestimmen.

Fig. 3 zeigt allgemein eine Ausführungsform der Betriebsdauer-Prüfvorrichtung für eine Batterie.

Dabei ist eine Batterie 1 elektrisch parallel an eine Drehstromlichtmaschine 2 und einen Anlasser 3 angeschlossen. Der Anlasser 3 ist mechanisch über ein Getriebe mit einem Motor 4 verbunden. Ein Elektromagnetschalter 5 wird von einem Zündschalter 6 betätigt. Die Ausgangsspannung der Drehstromlichtmaschine 2 wird von einer Erregerwicklung 7 geregelt. Elektrische Energie wird von der Batterie entsprechend dem Bedarf verschiedener Verbraucher nach Umformung in einem Gleichrichter 9 über eine Sicherungsgröße 10 zugeführt.

Ein Regler 8 regelt die Ladung für die Batterie 1 durch Erfassung des Ladezustands derselben. Ein Kabelbaum 11, der an die Batterie 1 angeschlossen ist, umfaßt Leiterbündel. Die Enden A und B des Kabelbaums 11 sind mit einem Verstärker 12 verbunden, der aus dem Spannungsbefall infolge eines Lade-Entlade-Stroms einen Strom erfaßt. Ein Stromsignal I_B vom Verstärker 12, ein Klemmenspannungssignal V_B und ein Temperatursignal T_B von einem Temperaturfühler 13 zur Erfassung einer repräsentativen Durchschnittstemperatur des Elektrolyten und der Elektroden der Batterie werden einer Ein-Ausgabeeinheit 14 zugeführt. Diese ist ferner an eine Zentraleinheit bzw. ZE 15, einen Festwertspeicher bzw. ROM 16 und einen Direktzugriffsspeicher bzw. RAM 17 angeschlossen. Außerdem ist die Ein-Ausgabeeinheit an einen Eingabe-Setzknopf 19 angeschlossen.

Nachstehend wird die Funktionsweise der so ausgelegten Schaltungsanordnung erläutert. Zur Verarbeitung der drei Signale V_B , I_B und T_B von der Batterie 1 als Anfangswerte wird zuerst der Setzknopf 19 der Ein-Ausgabeeinheit 14 gedrückt.

Dann wird mit einer vollständig aufgeladenen eingebauten Batterie (z. B. in der Montage-Endphase einer Kfz-Montagestraße) der Anlaßvorgang durchgeführt, so daß die Batterieklemmenspannung V_B , der Lade-Entladestrom I_B und die Batterietemperatur T_B vor und nach dem Anlassen in Abständen von 1 ms abgenommen und im RAM 17 gespeichert werden. Aus den gespeicherten Daten werden die folgenden Werte ausgelesen:

- (1) die Klemmenspannung V_{BO} mit Dunkelstrom unmittelbar vor dem Anlassen;
- (2) der Höchstwert I_{BP} des Lade-Entladestroms beim Anlassen und die zugehörige Klemmenspannung V_{BP} ;
- (3) die Temperatur T_{BO} des Batteriegehäuses unmittelbar vor dem Anlassen.

Der Innenwiderstand R_{BP} für den höchsten Entladestrom I_{BP} wird aus der folgenden Gleichung (1) bestimmt:

$$R_{BP} = \frac{V_{BO} - V_{BP}}{I_{BP}} \quad (1)$$

Durch Verwendung des experimentell vorher bestimmten Temperaturkoeffizienten R des Innenwiderstands R_{BP} wird die Temperaturkompensation des Innenwiderstands R_{BP} gemäß der Gleichung (2) durchgeführt:

$$R_{BPT} = R_{BP} \times \alpha R (T_{BO} - T_B) + R_{BP} \quad (2)$$

wobei T_{BO} die Umgebungstemperatur von 20°C bezeichnet, bei der der Motor stationär bleibt, und R vorher in bezug auf 20°C bestimmt wird.

In diesem Fall gilt die folgende Beziehung:

$$R_{BPT} = 0.4 R_{BP} \quad (3)$$

Dann wird durch Nutzung des experimentell bestimmten Temperaturkoeffizienten V der Klemmenspannung die Temperaturkompensation der Spannung V_{BO} mittels der folgenden Gleichung (4) auf der Basis von z. B. 20°C durchgeführt:

$$V_{BOT} = V_{BO} \times \alpha V (T_{BO} - T_B) + V_{BO} \quad (4)$$

Der Innenwiderstand R_{BPT} und die Klemmenspannung V_{BOT} , die durch die beschriebenen Vorgänge bestimmt wurden, werden im Anfangswerte-Speicherbereich des RAM 17 gespeichert, und der Anfangseingabesetzknopf 19 wird freigegeben.

Das unter diesen Bedingungen an den Käufer gelieferte Kraftfahrzeug führt die Betriebsdauerprüfung wiederholt durch, indem die nachstehend erläuterte Sequenz ohne besondere manuelle Betätigung während des Fahrens durchgeführt wird.

Dabei werden, wenn z. B. wie vorbestimmt mehr als 10 h bis zum Anlassen vergangen sind, die Klemmenspannung V_B , der Lade-Entladestrom I_B und die Batterietemperatur T_B vor und nach dem Anlassen erfaßt, um den Innenwiderstand R'_{BPT} und die Klemmenspannung V'_{BOT} zu bestimmen, die in solcher Weise kompensiert sind, daß die Temperaturkompensation ebenso wie bei der Verarbeitung zum Zeitpunkt der Ersteingabe erfolgt. Diese Werte werden dann im RAM 17 gespeichert.

Fig. 4 zeigt Batterie-Prüfränge und die entsprechenden Bereiche.

Die während des Betriebs erfaßten Werte werden mit den genannten Anfangswerten verglichen, um die Verhältnisse R'_{BPT}/R_{BPT} und V'_{BOT}/V_{BOT} zu bestimmen. Diese Verhältnisse werden mit einer in Fig. 4 gezeigten und im ROM 16 od. dgl. vorher gespeicherten Betriebsdauerdiagnose-Haupttabelle gemäß Fig. 4 verglichen, um die Batteriebetriebsdauer und den Ladezustand in bezug auf den betrachteten Zeitraum zu diagnostizieren. Die Bereich im Diagramm sind entsprechend der in Tabelle I angegebenen Weise definiert und in Fig. 4 dargestellt.

Tabelle I

Rang	Beschreibung
A Ladezustand gut	ausreichende Betriebsdauer
B Ladezustand gut	Vorsicht wegen Betriebsdauer
C Ladezustand mäßig	ausreichende Betriebsdauer
D Ladezustand gut	Betriebsdauer abgelaufen
E Ladezustand mäßig	Vorsicht wegen Betriebsdauer
F Aufladen notwendig	

Das Ablaufdiagramm von Fig. 5 zeigt den Prüfungsablauf.

Die Grundforderung besteht in der Bestimmung der Betriebsdauer und des Ladezustands einer Batterie aufgrund von Anfangswerten. Voraussetzung hierfür ist die Erstellung einer repräsentativen Diagnose-Haupttabelle auf der Basis von Anfangswerten, und dieser Vorgang muß in einer anfänglichen Eingabephase stattfinden. Alternativ können anstelle der Berechnungen der verbleibenden Betriebsdauer in einem Batteriebetriebsdauer-Prüfalgorithmus in Anfangsphasen die geschätzten Werte von Parametern an einem bestimmten Punkt der Betriebsdauer der Batterie, also Betriebsdauerwerte, vorher eingegeben werden. In diesem Fall wird irgendeine Berechnungsformel für die Diagnose angegeben. Ein solches Verfahren ist zuverlässig, wenn zu dem ROM ein batteriegestützter RAM hinzukommt.

Das Prüfergebnis wird über die Ein-Ausgabeeinheit 14 von Fig. 3 an eine Anzeigeeinheit 20 geführt, so daß es in Zeichen- oder Buchstabenform etc. angezeigt werden kann.

Aus der vorhergehenden Beschreibung ist somit ersichtlich, daß eine Betriebsdauer-Prüfvorrichtung für Batterien angegeben wird, bei der das Prüfergebnis, das durch Vergleich einzelner Anfangswerte mit den Betriebswerten erhalten wird, die alterungsbedingten Änderungen richtig anzeigt, wodurch die Prüfgenaugkeit gegenüber bekannten Vorrichtungen wesentlich verbessert wird, da die bekannten Vorrichtungen nur einfache Schwellenwert-Bestimmungen aus einer Mischung von anfänglichen Änderungen und säkularen Änderungen liefern. Insbesondere bei der Prüfung mit einer Kombination aus Innenwiderstand und einer Spannung an einer offenen Klemme wird gegenüber der einfachen Schwellenwert-Bestimmungsmethode der Entlastungsbereich etwa um das Vierfache erweitert, was zu verbesserter Prüfgenaugkeit führt. Ferner können Meßwerte, die von den Standardwerten nicht abweichen, eingespart werden.

Patentansprüche

1. Meßvorrichtung für die verbleibende Lebensdauer einer Kraftfahrzeugbatterie (1), die von einem Ladesystem aufgeladen wird, das einen von einer Brennkraftmaschine angetriebenen Drehstromgenerator (2) aufweist, mit

- einem Spannungsfühler zur Messung der Klemmenspannung (V_B , $V_{B'}$) der Batterie,
- einem Stromfühler (12) zur Erfassung des Laststroms (I_B , $I_{B'}$) der Batterie,
- einem Temperaturfühler (13) zur Erfassung einer Batterietemperatur und zur Erzeugung eines entsprechenden Temperatursignals (T_B , $T_{B'}$) und
- einer Einrichtung (14—17, 20), die anhand dieser erfaßten Meßgrößen ein Signal entsprechend der Batteriebetriebsdauer erzeugt,

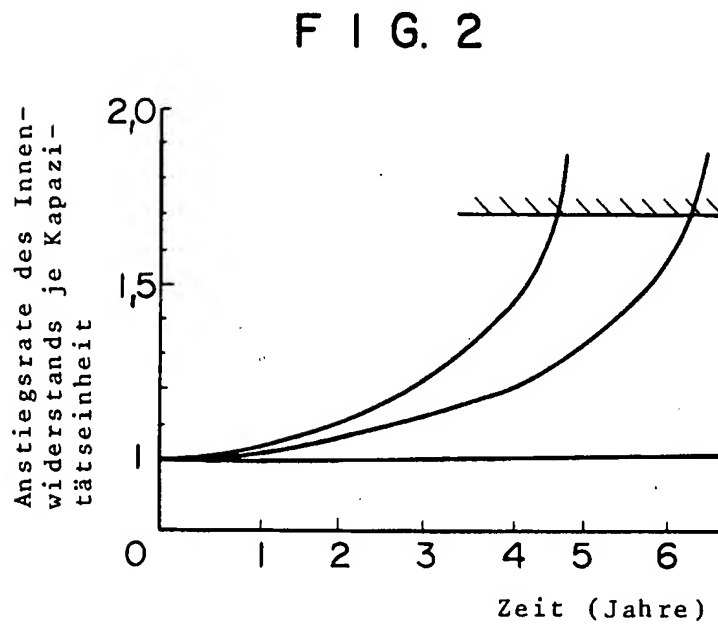
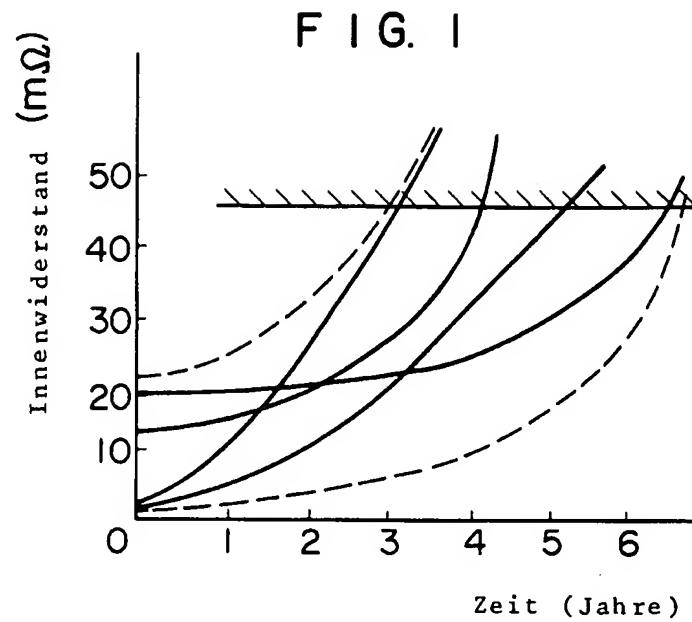
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Meßvorrichtung am Kraftfahrzeug angebracht ist, und
- die Einrichtung (14—17, 20)
 - aus je einer Batteriespannung und je einem zugehörigen Laststromwert, die vor und nach dem erstmaligen Anlassen bei voll geladenem Zustand der Batterie (1) gemessen sind, einen Anfangswert (R_{BP}) des inneren Widerstandes der Batterie (1) ermittelt, diesen Wert temperaturkompen-

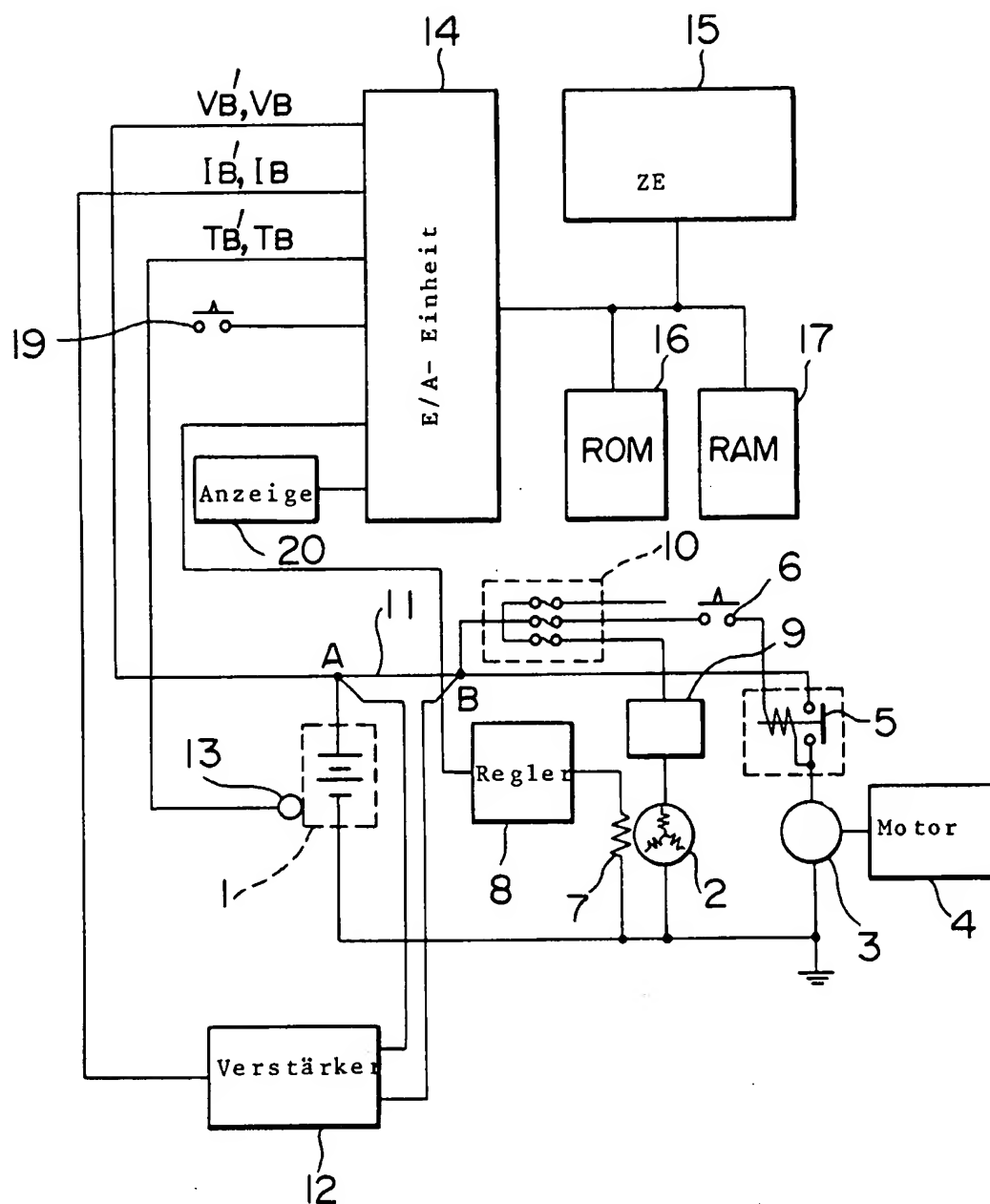
- siert, indem die durch den Temperaturfühler (13) vor und nach dem Anlassen erfaßten Batterie-
temperatur verwendet wird sowie ein Temperaturkompensationskoeffizient (α_{RB}), der vorher unter
Berücksichtigung der Temperatur des Ladesystems einschließlich Motor (4) und Anlasser (3)
experimentell ermittelt wurde, und den so erhaltenen kompensierten Anfangswert (R_{BPT}) des
Innenwiderstandes speichert, 5
- aus je einer Batteriespannung und je einem Laststromwert, die vor und nach dem Anlassen
während des weiteren normalen Betriebs der Batterie (1) gemessen sind, den momentanen Wert
(R_{BP}) ihres inneren Widerstandes ermittelt und den so ermittelten Wert ebenso wie den Anfangs-
wert temperaturkompensiert, um einen temperaturkompensierten momentanen Wert (R_{BPT}) des
Innenwiderstandes zu erhalten, 10
 - aus den so ermittelten Widerstandswerten das Verhältnis R_{BPT}/R_{BPT} bildet und dieses Wider-
standsverhältnis mit einem Grenzwert zur Ermittlung der tatsächlichen Batterielebensdauer ver-
gleicht,
 - nach Maßgabe des Vergleichs ein Signal erzeugt und
 - eine Anzeigeeinrichtung (20) aufweist, die das erzeugte Signal als die ermittelte Batterielebens- 15
dauer anzeigt.
2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (14—17, 20) außerdem
- einen anfänglichen Spitzenwert (V_{BP}) der Batteriespannung im voll geladenen Zustand der Batterie
(1) beim ersten Anlassen der Brennkraftmaschine ermittelt und speichert,
 - ein Spannungsverhältnis zwischen dem gespeicherten Spitzenspannungswert und einem während 20
eines späteren Anlassens beim normalen Betrieb der Brennkraftmaschine gemessenen Spitzenspan-
nungswert bildet, und
 - dieses Spannungsverhältnis und das Widerstandsverhältnis (R_{BPT}/R_{BPT}) mit entsprechenden
Grenzwerten vergleicht, um die tatsächliche Lebensdauer der Batterie zu ermitteln.
3. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Lebensdauersignal 25
für die Batterie (1) auf der Anzeigeeinrichtung (20) entweder grafisch oder zeichenmäßig angezeigt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



F I G. 3



F I G. 4

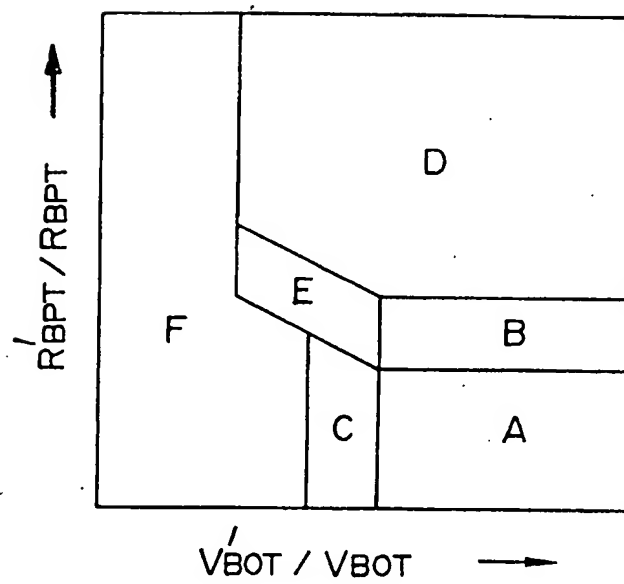


FIG. 5

